

Лабораторна робота 7

Тема: «Сажкові хвороби зернових культур»

Мета роботи: Засвоїти морфологічні та біологічні особливості розвитку збудників сажкових хвороб рослин.

Матеріали та обладнання: гербарій уражених рослин; мікропрепарати (теліоспори збудників твердої і летючої сажки пшениці, сажки жита і ячменю); мікроскопи предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні голки, фільтрувальний папір.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Усі види грибів, які викликають сажку зернових культур, відносяться до класу Basidiomycetes, порядку Ustilaginales (сажкових).

БІОЛОГІЧНІ ГРУПИ САЖКОВИХ ХВОРОБ

(за особливостями зараження рослин і збереження збудників)

Група I.

1 Зараження рослин відбувається через проростки рослини в період проростання, насіння (до появи першого зеленого листка) інфекційною гіфою.

Інфекційна гіфа утворюється:

а) при проростанні теліоспор утворюється базидія у вигляді трудочки, на якій розвивається 4-12 базидіоспор. Базидіоспори копулюють і дають початок утворенню інфекційної гіфи.

Спостерігається у: твердої сажки пшениці, твердої сажки ячменю, стеблової сажки жита, твердої сажки вівса, летючої сажки кукурудзи, сажки проса.

б) при проростанні гем, які знаходяться під плівкою: у летючої сажки вівса, твердої сажки вівса (частково).

2. Збереження інфекції:

а) на поверхні насіння у вигляді теліоспор: тверда сажка пшениці, тверда сажка ячменю, тверда сажка вівса.

б) у вигляді гем під плівками: летюча сажка вівса (частково).

в) на поверхні насінні у вигляді теліоспор і частково у ґрунті з рослинними рештками: стеблова сажка жита, сажка проса, летюча сажка кукурудзи.

3. Заспорення насіння проходить:

а) під час збирання і обмолоту: тверда сажка пшениці, тверда сажка ячменю, тверда сажка вівса, стеблова сажка пшениці, летюча сажка кукурудзи, сажка проса.

б) під час цвітіння вівса теліоспори попадають на приймочку маточок здорових рослин, проростають в базидію з базидіоспорами, які брунькуються і утворюють чисельні споридії. Споридії і базидіоспори копулюють і дають інфекційні гіфи, які проникають під плівки або перикарпій зерна, де гіфи розпадаються на геми. В такому стані гриб зберігається в насінні до його

висіву, тоді з гем утворюється нова грибниця, яка заражає проросток.

Група 2

1. Заспорення насіння одночасно є і зараження рослини: летюча сажка пшениці, летюча сажка ячменю.

2. Зараження рослини проходить під час цвітіння злакових рослин.

Теліоспори попадають на приймочку квітки, проростають у диплоїдну гіфу, яка проникає у зав'язь і заражає насіння.

3. Зберігається збудник в серединні насіння в тканині перикарпія і щитка у вигляді зародкового міцелію.

Група 3

1. Заспорення насіння – під час збирання урожаю: пухирчаста сажка кукурудзи.

Зараження рослин відбувається в період вегетації рослин від сходів до наливу зерна. Теліоспори проростають в бази дію з базидіоспорами, які розносяться повітряними течіями, заражають рослин, попадаючи на молоду меристематичну тканину.

3. Зберігається збудник – у вигляді теліоспор на поверхні зерна або в ґрунті в рослинних рештках.

Тверда сажка пшениці. Поширена майже на всій території України. Хвороба проявляється тільки на початку фази молочної стиглості зерна (додаток 1). У цей період розвитку уражений колос дещо сплюснений, має інтенсивний зелений колір з синім відтінком, колоски розпушені, лусочки їх розсунуті під дією збудника, який розвивається. При роздавлюванні уражених колосків замість молочка виділяється сірувата рідина із запахом триметиламіну (запах розсолу оселедців), тому часто тверду сажку називають смердючою.

При повній стиглості пшениці різниця у забарвленні здорових і уражених колосків майже зникає. Замість здорового зерна у колосі формуються округлі чорні утворення – мішечки зони. Вони легко роздавлюються і являють собою чорну масу теліоспор. Маса мішечків зони значно менша, ніж здорового зерна. Тому до воскової і повної стиглості хворе колосся пшениці залишається прямостоячим, тоді як здорове під масою зерна поникає (трохи згинається).

Збудником твердої сажки є гриби роду *Tilletia*, частіше *T.caries* Tul.(*T.tritici* Wint.) і *T.laevis* Kuehn. (*T.foetida* Liro). Вони відрізняються між собою тільки морфологічними ознаками теліоспор (таблиця, мал. 1).

T.caries зустрічається переважно в західній і центральній областях України, а *T.laevis* – у південних та південно-східних, *T.triticoides* і *T. intermedia* інколи можна зустріти в Одеській області.

У *T.caries* виявлено кілька спеціалізованих форм, що уражують лише деякі види пшениці. Відомі *f.vulgaris* – уражує *Triticum aestivum* (*vulgare*), слабо – *Tr. compactum* і дуже слабо – *Tr. durum*, *Tr.dicoccum*, *Tr.monococcum* і *Tr.timopheevi f.dicaccus* уражує *Tr.dicoccum*, *Tr.aestivum*.

Доведено, що між *T. caries* і *T.leavis* можуть виникати гібриди.

При збиранні й особливо в період обмолоту пшениці мішечки зони легко

руйнуються, і теліоспори, розпорошуючись, потрапляють на поверхню здорових зерен. Особливо велика кількість їх затримується на борідках (волосках). Разом із насінням теліоспори під час сівби потрапляють у ґрунт, де проростають, утворюючи базидію у вигляді трубочки, на якій розвиваються до 12 базидіоспор. Вони копулюють і дають початок інфекційній гіфі, яка проникає у молодий паросток пшениці.

У рослині утворюється грибниця, яка, дифузно поширюючись, досягає конуса наростання і проникає у листки, стебла і колоски.

Морфологічні відміни теліоспор збудників твердої сажки пшениці

Форма	Розмір, мкм	Колір оболонки	Інкустація оболонки
Куляста або майже куляста	T. caries Tul. 14-25 x 12,6-21 (частіше 18,9 x 18)	Світло- або темно-коричнева	Сітчаста, комірки частіше 5-кутні, ребристі, 1,4-2,1 мкм заввишки
Еліптична або довгаста	T. laevis Kuehn. 1 3,5-22,5 x 12,6-18 (частіше 17x14)	Темно-коричнева	Гладенька
Куляста або майже куляста	T. triticoides Savul. 14,4-21,6 x 14-19,8 (частіше 18 мкм)	Світло- або темно-коричнева	Сітчаста, комірки частіше 5-кутні, ребристі, 0,4-0,6 мкм заввишки
Майже куляста, еліптична, овальна	T. intermedia Gassner. 15-20 x 14-18 (частіше 16,7 x 15,3)	Те ж саме	Сітчаста, комірки невеликі, з широкими ребрами, 0,2-0,3 мкм заввишки

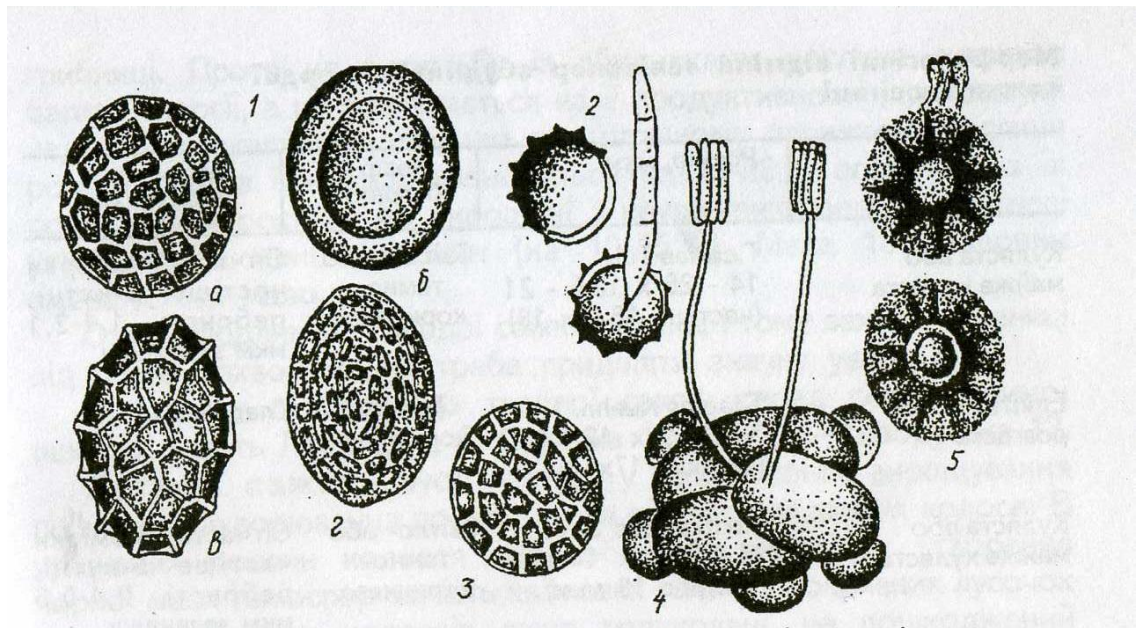
Але в перший період росту зовні не проявляється дія збудника хвороби. Тільки під час формування зерна спостерігається значне розростання грибниці і утворення чорної спорової маси (теліоспор) замість зерна. Не руйнується лише зовнішня оболонка зерна.

Зараження пшениці може відбуватися і від теліоспор, що потрапляють у ґрунт, якщо попередником її була пшениця, уражена зоною. Відомо, що теліоспори твердої сажки життєздатність у ґрунті довго зберігати не можуть. Вони швидко проростають, і під дією ґрунтових мікроорганізмів гинуть. Джерелом зараження зерна може бути також тара, сіялки та інший не знезаражений інвентар.

Важливе значення для проростання теліоспор й ураження пшениці мають фактори середовища, насамперед температура і вологість. Максимальна кількість теліоспор проростає у ґрунті при його відносній вологості 40-60%, але найбільше паростків пшениці уражується при температурі 5-10°C, тоді коли оптимум для проростання зерна пшениці становить 20-25°C. Тому найбільше уражуються збудником хвороби пізні посіви пшениці і ранні – ярої порівняно з посівами оптимальних строків.

Хвороба може бути причиною зниження схожості і густоти посівів внаслідок загибелі уражених рослин.

При штучному зараженні рослини розмір стебла і колоса зменшується на 15-20% порівняно з їх розмірами у рослин, які вирощені з неуражених зерен. У колосі утворюється менше зернин (на 10-15%).



Мал. 1. Теліоспори збудників сажкових хвороб пшениці: 1 – твердої сажки (а – *Tilletia caries*, б – *T. laevis*, в – *T. triticoidea*, г – *T. intermedia*); 2 – летючої; 3 – карликової; 4 – стеблової; 5 – індійської сажки.

Летюча сажка пшениці. Зустрічається у всіх районах вирощування пшениці. Захворювання проявляється під час викидання колоса (додаток 2). В уражених рослин колосся ніби обгоріле внаслідок утворення чорної маси теліоспор замість квіткових частин і покривних лусочок колосків. Остюки колосків дуже редуковані, не пошкоджений тільки загальний стрижень.

На початку виходу ураженого колоса з піхви листка спорова маса прикрита тонкою прозорою оболонкою, яка потім швидко руйнується, і теліоспори легко розлітаються.

Збудник захворювання – гриб *Ustilago tritici* Jens. Його теліоспори дрібні, кулясті, кутасті або довгасті, світло-бурі, 5-9 мкм у діаметрі, оболонка їх слабокомочувата (див. мал. 1).

Зараження пшениці збудником сажки відбувається під час цвітіння. Потрапивши на прийомку квітки, теліоспори проростають, утворюються диплоїдні гіфи, які переміщуються по шляху, утвореному пилковою трубкою, або самостійно досягають зав'язі і проникають у насіннєвий зародок. Уражені насіннєві зародки не гинуть, а розвиваються у майже нормальне зерно. Але у зародку такого зерна містяться гіфи гриба. Крім зародка, грибиця може пронизувати перикарпій, насіннєві оболонки, алеїроновий шар і ендосперм.

На початку розвитку гриб утворює гіфи з малою агресивною силою. До моменту досягання зерна гіфи гриба трохи роздуваються, стінки їх потовщуються, і в протоплазмі клітин відокремлюються жирові краплі. В такій формі гриб переходить у стан спокою і понад три роки може зберігати життєздатність у непророщеному насінні. На початку проростання насіння він активізується й уражує паростки рослин. Грибиця поширюється дифузно по стеблу, а іноді виявляється навіть у молодих листках. З розвитком колоса гіфи розростаються та потовщуються, стінки їх стають драглистими і, з'єднуючись,

утворюють драглисту масу, у якій поділом диференціюються теліоспори, і замість частин колоса утворюється спорова маса. Спори життєздатні протягом двох годин, а аналоги з колосся, що пізно виколосилося, мають меншу вірулентність.

У рослинах гриб перестає рости при 7-8°C, чим і пояснюється менша ураженість озимої при пізньому і ярої пшениці при ранньому висіванні.

Шкідливість хвороби: уражені рослини не плодоносять, маса надземної частини хворої рослини на 30-40% менша, ніж здорової. Існує прихований недобір урожаю.

Стеблова сажка жита. В Україні хвороба зустрічається у Поліссі. Вона характеризується утворенням на стеблах (більше у верхній частині), іноді на листках, піхвах і у нижній частині колоса довгастих смуг різної довжини. Спочатку смуги прикриті епідерм рослини-живителя, мають свинцево-сірий колір, а пізніше епідерміс уздовж розтріскується й оголюється чорна маса теліоспор. Уражене стебло втрачає пружність, згинається повисає, утворює петлю, рослини інколи не колосяться, а урожай загальної маси у декілька разів менший, ніж здорових рослин.

Збудником хвороби є базидіальний гриб *Urocystis occulta* Rabenh. родини *Tilletiaceae*. Його теліоспори утворюють спорокупки, які складаються з 1-4 центральних темнозабарвлених плодючих спор і 1-9 (частіше 5) периферичних жовтувато-коричневих неплідних. Перші – округлі або еліптичні, розміром 10-19 x 9-14 мкм, другі – півкулясті або трохи приплюснуті у діаметрі 3-13 мкм (мал. 2).

Теліоспори проростають без періоду спокою, утворюють циліндричну базидію, біля верхівки якої формуються 4-16 циліндричних базидіоспор, що проростають гіфами.

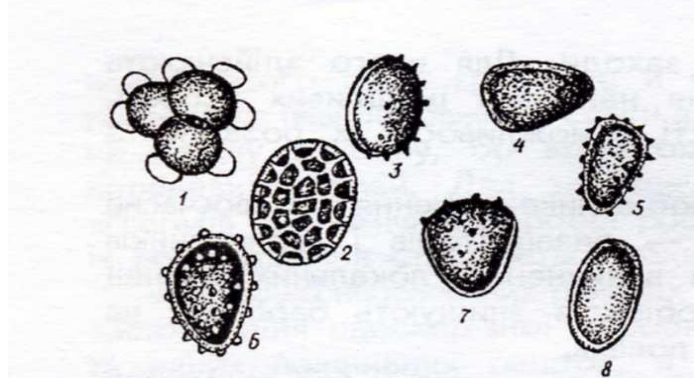
Уражатися рослини можуть від моменту проростання насіння до утворення першого листка. Грибниця поширюється тільки у верхніх частинах стебла з руйнуванням паренхіми.

Жито найбільше уражується при температурі 13,5-20°C і вологості ґрунту 40%.

При вологості понад 70% ураження рослин не спостерігається.

Теліоспори життєздатні у ґрунті не більше року, тому основним джерелом інфекції за умов дотримання правильної сівозміни є заспорене насіння.

Недобір урожаю від захворювання відповідає проценту ураженості рослин.



Мал. 2. Теліоспори збудників сажкових хвороб жита, ячменю і вівса:

1 – стеблової сажки жита, 2 – твердої сажки жита, 3 – летючої сажки жита; 4 – летючої сажки ячменю, 5 – твердої сажки ячменю, 6 – чорної сажки ячменю; 7 – летючої сажки вівса; 8 – твердої сажки вівса.

Тверда сажка ячменю. Хвороба поширена скрізь і проявляється під час колосіння. На уражених рослинах колос зовні зберігає свою форму, але колоски стають тризубчастими.

Всі частини суцвіття колосу, крім остюків, перетворюються у чорно-буру масу спор, що вкрита прозорою тонкою плівкою. Спори склеєні у тверді грудочки, для руйнування яких потрібні зусилля, тому цю сажку ще називають кам'яною.

Збудником є базидіальний гриб *Ustilago hordei* Kell. et Swing, порядку родини *Ustilaginaceae*, порядку *Ustilaginales*. Його теліоспори гладенькі, кулясті, довгасті, діаметром 3,6-7,5 мкм (частіше 4,5 мкм), світло-коричневі або оливкові розпорошуються вони під час збирання, обмолоту й очищення зерна. Джерелом інфекції є заспорене насіння. Разом з ним у ґрунті починають проростати і теліоспори. Вони утворюють чотириклітинну базидію з еліптичними базидіоспорами, що знаходяться на стеригмах. Проростаючи, базидіоспори утворюють первинні гіфи, які після анастомозу дають початок інфекційним гіфам, що проникають у молоді проростки рослин. Ці гіфи розвиваються у грибницю, яка розповсюджується по всій рослині, але руйнує лише суцвіття. Оптимальна вологість ґрунту для розростання теліоспор становить 60-70%. Температурні коливання для розвитку цього виду гриба дуже великі – мінімум 5°C (оптимум 20°C) і максимум 35°C.

Патоген формує фізіологічні раси.

Шкідливість твердої сажки: руйнування колоса, зниження процента схожості насіння, недобір урожаю зерна ячменю може становити 15% і більше; при тривалому згодовуванні тваринам ячменю з домішкою грудочок сажки (до 0,4%) у корів спостерігаються порушення серцевої діяльності, кульгавість, втрата апетиту і зменшення надоїв молока, а у овець зареєстровано навіть смертельні випадки.

Летюча сажка ячменю. Поширена скрізь, де вирощують цю культуру. Внаслідок захворювання руйнуються всі елементи колоса, перетворюючись у чорну масу спор. Цілим залишається тільки стрижень.

Хвороба виявляється під час колосіння. Уражений колос виходить з піхви листка спочатку вкритий тонкою прозорою оболонкою, крізь яку добре просвічується маса спор. Потім оболонка швидко розтріскується, і спори розпорошуються.

Збудником летючої сажки ячменю є базидіальний гриб *Ustilago nuda* Kell. et Swing, родини *Ustilaginaceae*, порядку *Ustilaginales*. Його теліоспори кулясті або еліптичні, діаметром 3,6-9,0 мкм, світло-коричневі, з оболонкою, вкритою щетинками.

Зараження рослин відбувається під час цвітіння. Теліоспори, що

розпорошуються, потрапляють на приймочку квітки, проростають, утворюють базидію, яка розвивається у грибницю і проникає у зав'язь. Уражене зерно не відрізняється від здорового. При проростанні його починає рости і грибниця, яка поширюється по всій рослині, проникає у точку росту і руйнує колос.

При сильному розвитку хвороби недобір урожаю досягає 10-15%.

Тверда сажка вівса. Ураження нагадує летючу сажку – елементи волоті перетворюються у чорну спорову масу. Але при цьому захворюванні від колосків залишаються тонкі, сріблясті плівки, які прикривають спори (ніби на волоті сформувались чорні зерна). Тому таку сажку іноді називають покритою. При захворюванні гілочки суцвіття вкорочуються, і волоть має компактний вигляд.

Збудником твердої сажки є гриб *Ustilago kollerii* Wille (*U. laevis* Mgn.). Його теліоспори чорно-оливкові, гладенькі, кулясті, 4,6-8,1 мкм частіше 6,3 мкм у діаметрі. Основна маса теліоспор розпорошується під час збирання врожаю і потрапляє зерно або під його плівки. Біологія майже така, як і біологія *Ust. avenae*. На вологому зерні теліоспори твердої сажки проростають так само, як і спори летючої, але при підсушуванні його грибниця під плівкою розпадається **на геми** і так зберігається до сівби. Рослини заражуються під час проростання насіння як від гем, що активізуються, так і від грибниці, яка утворюється внаслідок проростання теліоспор.

Летюча сажка вівса. Відома скрізь, де вирощується культура. Під час викидання волоті всі частини квітки і зав'язі виявляються перетвореними у чорно-оливкову летючу масу спор. Іноді верхня частина волоті залишається непошкодженою. Інколи, звичайно рідко, пластини листків стають світлішими, а поміж судинними пучками під епідермісом з обох боків листка просвічується чорна спорова маса.

Збудник хвороби – базидіальний гриб *Ustilago avenae* Jens, родини *Ustilaginaceae*, порядку *Ustilaginales*. Його теліоспори кулясті або короткоеліптичні, світло-коричневі, дрібнощетинисті, 3,6-8,0 мкм у діаметрі (див. мал. 2). Проростають без періоду спокою при температурі від 5 до 35°C (оптимум 25°C). Під час цвітіння вівса теліоспори можуть потрапляти на приймочку маточки або на зав'язь, а під час збирання й обмолоту – на лусочки і насіння.

Теліоспори, що потрапили на квітки вівса, проростають, утворюючи чотириклітинну базидію з еліптичними базидіоспорами, які закріплюються на стеригмах. Базидіоспори багато разів брунькуються і утворюють безліч споридій. Останні, а інколи і базидіоспори, копулюють й дають інфекційні гіфи, які проникають не в зародок, а під плівки або в перикарпій зерна. Тут вони розпадаються на геми (клітини невизначеної форми), і в такому стані зберігаються у зерні до його висівання.

Разом із зерном у ґрунті починають рости і геми, утворюючи нову грибницю, яка проникає у паросток і, досягаючи точки росту рослини, дифузно розвивається, а під час формування волоті дуже розростається, перетворюючи її в масу спор.

Отже, овес заражується збудником летючої сажки тільки під час проростання зерен, хоч заспорення та деякий розвиток грибниці можливі навіть під час цвітіння.

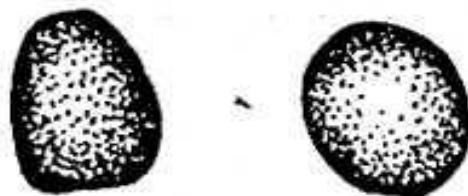
Відомо 29 еколого-географічних рас гриба.

Шкідливість сажки вівса полягає у: недоборі врожаю зерна, зниженні схості насіння і густоти стояння рослин.

Ураження вівса збудником сажки частіше спостерігається на пізніх посівах.

Сажка проса. Проявляється під час викидання волоті. На уражених рослинах суцвіття має вигляд чорного жовна, вкритого сірувато-брудною тонкою оболонкою, яка легко розривається. Вміст жовна складається з чорної маси теліоспор і решток органів волоті.

Збудник хвороби – базидіальний гриб *Sorosporium panici-miliacei* (Pers.) Tak, (*Sphacelotheca panici miliacei* Bub.) родини Ustilaginaceae, порядку Ustilaginales. Теліоспори гриба кулясті або еліптичні, 6-13,5 x 6-11,2 мкм, гладенькі або слабощетинисті, з двоконтурною оболонкою (мал. 3).



Мал. 3. Теліоспори збудника звичайної сажки проса.

Розпорошуються теліоспори під час збирання урожаю й обмолоту зерна. Вони потрапляють у ґрунт і на зерно. У ґрунті теліоспори швидко проростають й великого значення при інфікуванні не мають. Лише в окремих випадках теліоспори, що залишились в жовні, на поверхні ґрунту або на глибині 10 см можуть зберігати життєздатність протягом двох років. Рослини уражуються переважно від теліоспор, які потрапили на насіння.

Навесні у вологому ґрунті разом з насінням проростають і теліоспори, утворюючи членисту базидію з базидіоспорами. Останні, проростаючи, копулюють між собою і дають інфекційні гіфи, які проникають у молоді проростки рослин й розвиваються у невелику грибницю. Вона досягає точки росту, а при формуванні волоті швидко розростається, утворюючи велику кількість теліоспор.

Летюча сажка кукурудзи. Хвороба більше поширена у південних районах, ніж у північних.

Проявляється тільки на волотях і качанах кукурудзи. На волотях летюча сажка помітна під час їх викидання – вони цілком або частково перетворюються у чорну масу, яка порошокиться. Замість качана утворюється овально-конусоподібне жовно, зовні вкрите вкороченими обгортками качана, а всередині складається з решток провідних пучків качана й великої кількості темних спор. Спочатку обгортки жовна щільні, зелені, а пізніше жовтіють, висихають і розкриваються. Розпиляються спори повільно, тому що

утримуються рештками волокон качана.

Хвороба призводить до: ураження суцвіть, відставання рослин у рості, сильних листових розростань, фасціації та ін.

Збудником хвороби є базидіальний гриб *Sorosporium reilianum* McApi.f.zeae Geschele порядку Ustilaginales, який під час формування суцвіть утворює з грибниці велику кількість теліоспор. Вони жовто-коричневого кольору, кулясті або еліптичні, а іноді навіть кутасті, дрібнощетинисті, часто зібрані у клубочки, які швидко розпадаються. Розмір теліоспор – 9-14 мкм у діаметрі. Теліоспори дозрівають до моменту викидання ниток кукурудзи. Розпилюючись у значній кількості, вони осідають на ґрунт, а частина з них потрапляє на зернівки, особливо у період збирання качанів.

Ураження кукурудзи патогеном відбувається під час проростання насіння і росту проростків до появи сходів на поверхні ґрунту. Теліоспори *S.reilianum*, проростаючи, утворюють фрагмобазидію з базидіоспорами. Останні після копуляції дають початок диплоїдній гіфі, яка при контакті з проростком кукурудзи вживлюється в нього і у тканинах рослини розвивається грибницею, що швидко поширюється по стеблу й може досягти точки росту.

Найбільш інтенсивно проростають теліоспори при температурі 28-30°C і помірній вологості.

Частина теліоспор у польових умовах може зберігати свою життєздатність у ґрунті до двох років.

На відміну від збудника пухирчастої сажки збудник летючої уражує і руйнує не тільки вегетативні, а й генеративні клітини.

Шкідливість хвороби проявляється у: випаданні проростків, низькорослості рослин, недорозвиненості качанів і недоборі урожаю 15-20%.

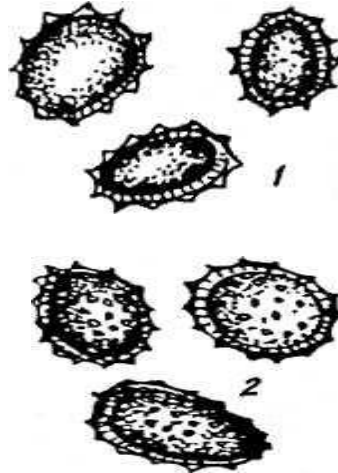
Пухирчата сажка кукурудзи. Виявляється скрізь, де вирощують кукурудзу. Проявляється хвороба на качанах, волоті, стеблах, репродуктивних бруньках, листках і повітряних коренях (додаток 3). Зародкові корені не уражуються. Характерною особливістю хвороби є утворення пухироподібних здуттів, різних за розміром – від невеликих до 15 см і більше в діаметрі. Розвиток здуття починається з утворення блідої, трохи припухлої плями, яка поступово розростається і перетворюється у велике жовто, заповнене спочатку білою м'якоттю, а пізніше – сірувато-білою або рожевою слизовою масою, яка потім перетворюється у чорно-оливкову масу спор, що розпилюється. Найбільших розмірів здуття набуває на качанах і стеблах. На листі вони маленькі, у вигляді групи шорстких зморшок, які часто підсихають до утворення спор.

Перші ураження проявляються біля піхви листків, іноді біля вузлових (повітряних) коренів, розміщених на стеблі, а пізніше на листках, стеблах, волоті і качанах. Наприкінці вегетації рослин уражуються репродуктивні бруньки. Найбільш тяжка форма хвороби – ураження стебла.

Рослина викривлена, вся її частина вище ураженого місця перетворюється у сажкові нарости і відмирає.

Збудником пухирчастої сажки кукурудзи є базидіальний гриб *Ustilago*

maydis (DC) Cda. (*U. zeae linger*) порядку Ustilaginales, який при дозріванні здуттів з грибниці утворює величезну кількість теліоспор. У масі вони чорно-оливкові, а одиничні під мікроскопом – жовто-коричневі, кулясті, 8-13 мкм у діаметрі, з сітчастим візерунком і великими щетинками.



Мал. 4. Теліоспори збудників сажкових хвороб кукурудзи:

1 – збудника пухирчастої сажки; 2 – збудника летючої сажки.

Коли обгортка здуття лопається, теліоспори легко розлітаються і стають джерелом зараження молодих ростучих органів рослин. Проростають вони при наявності краплинної вологи протягом кількох годин. Оптимальна температура для їх проростання – 23-25°C. При 15-18°C проростання спор уповільнюється, а при 12°C і нижче припиняється.

У проростаючих теліоспор через 15-20 год з'являється проросток, який розвивається у чотириклітинну базидію. На базидії формуються одноклітинні безбарвні базидіоспори, 3 x 1,2 мкм. Вони часто ще додатково розмножуються брунькуванням, утворюючи велику кількість споридій (їх іноді називають вторинними конідіями). Базидіоспори і споридії добре витримують зниження вологості і гинуть лише через 30-35 діб.

Зараження рослин відбувається ростковою трубкою, яка утворюється при проростанні базидіоспор і споридій, а іноді й безпосередньо від базидій. Росткова трубка або базидія проникає у рослину через нижній епідерміс, чим і пояснюється ураження тільки молодих меристематичних тканин.

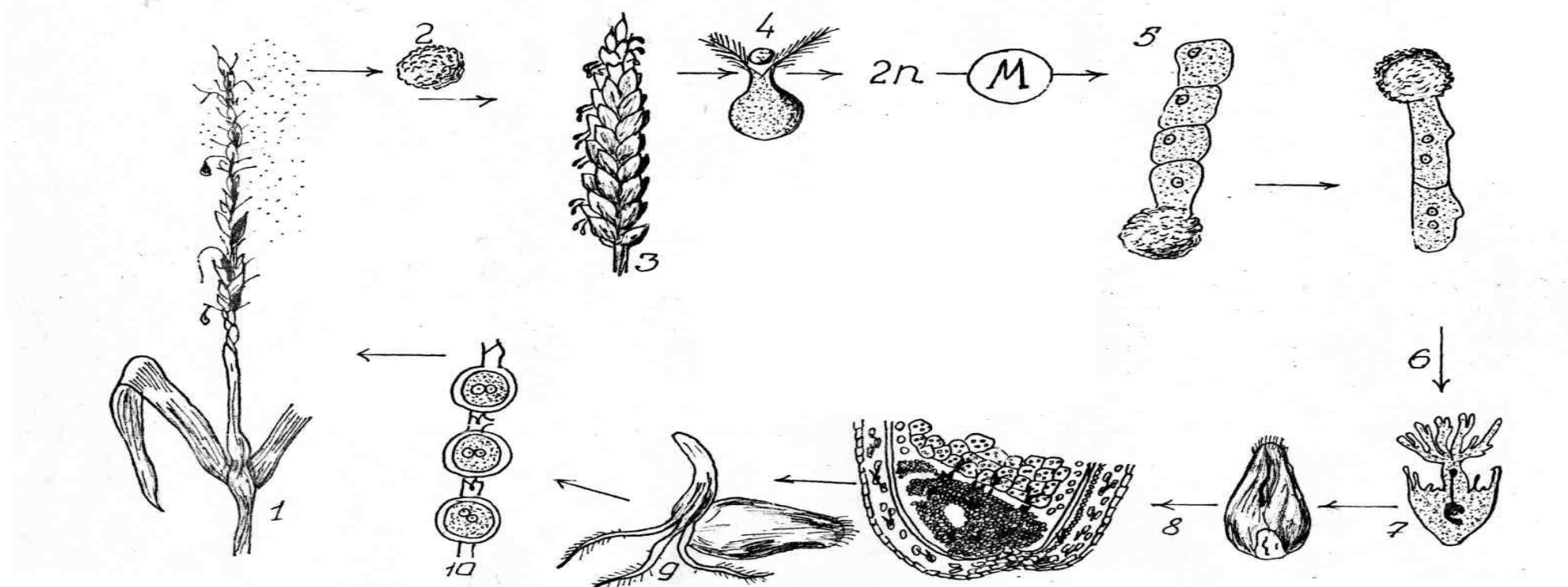
Із росткових бруньок базидіоспори або споридії у тканині рослин спочатку утворюється гаплоїдна, тонка, ниткоподібна грибниця, гіфи якої з двох роздільностатевих особин копулюють між собою і дають початок розвитку диплоїдної грибниці, яка складається з товстих вузлуватих гіф. Якщо ураження рослин сталося безпосередньо від базидії, то в тканинах відразу розвивається диплоїдна грибниця, з якої через 20-24 дні у місцях ураження розвивається здуття з теліоспорами. За вегетацію рослин гриб може дати 3-4, а іноді й 5 поколінь, чим пояснюється сильний прояв захворювання до початку збирання кукурудзи.

Гриб *U. maydis* дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем зараження рослини. Життєздатність сухих, теліоспор може зберігатись до чотирьох років. Однак теліоспори, які знаходяться у грудкуватих здуттях, змочуються водою погано і протягом року не гинуть. Такі здуття

навесні, під час обробітку ґрунту розбиваються, і спори, які легко разносяться вітром, стають первинним джерелом зараження рослин. Джерелом інфекції у полі може бути і насіння, на якому іноді зберігаються життєздатні теліоспори, але це буває рідко.

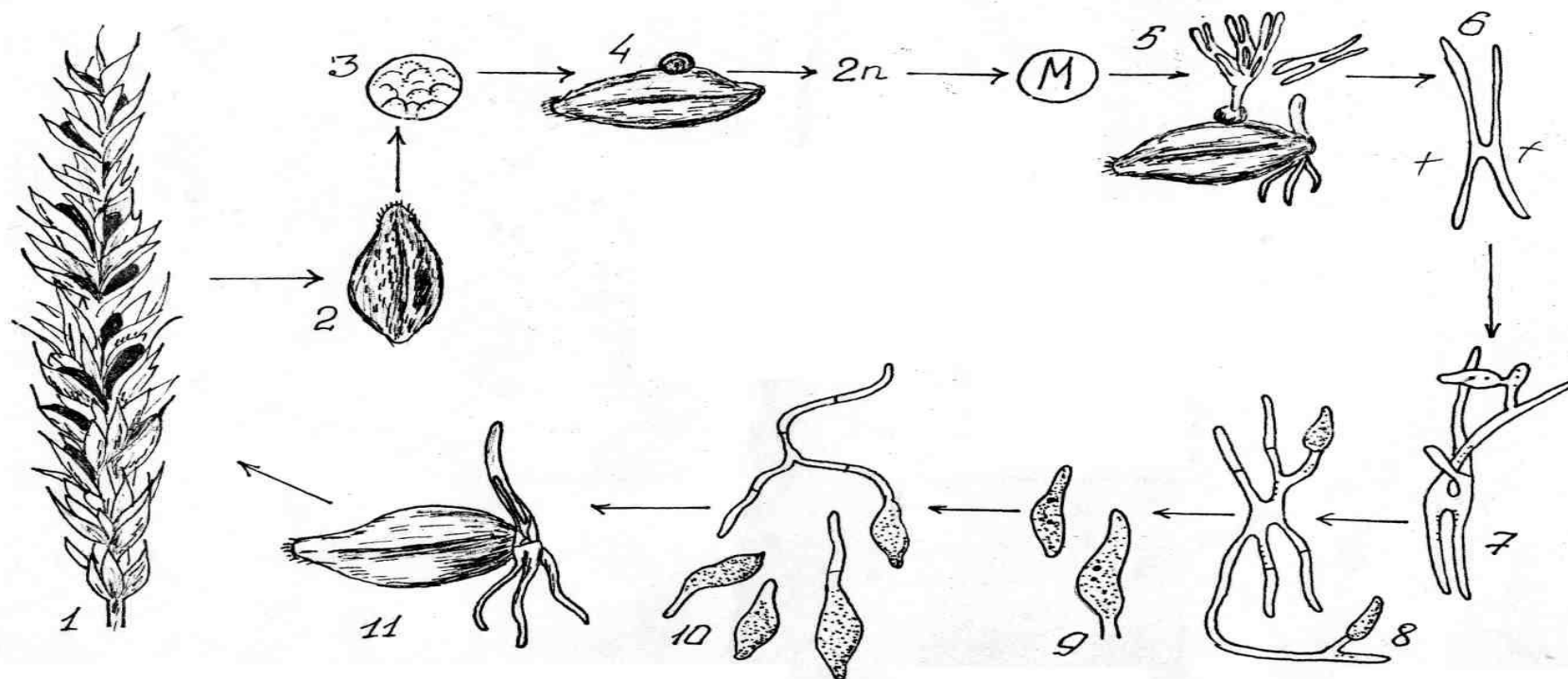
Ступінь розвитку пухирчастої сажки залежить від вологості ґрунту. При оптимальній вологості (60%) ураженість рослин завжди менша, ніж при низькій (40%) або високій (80%).

Шкідливість пухирчастої сажки полягає у випаданні уражених молодих рослин, неродючості качанів при ранньому їх зараженні або значному недоборі врожаю внаслідок ураження різних органів рослин.



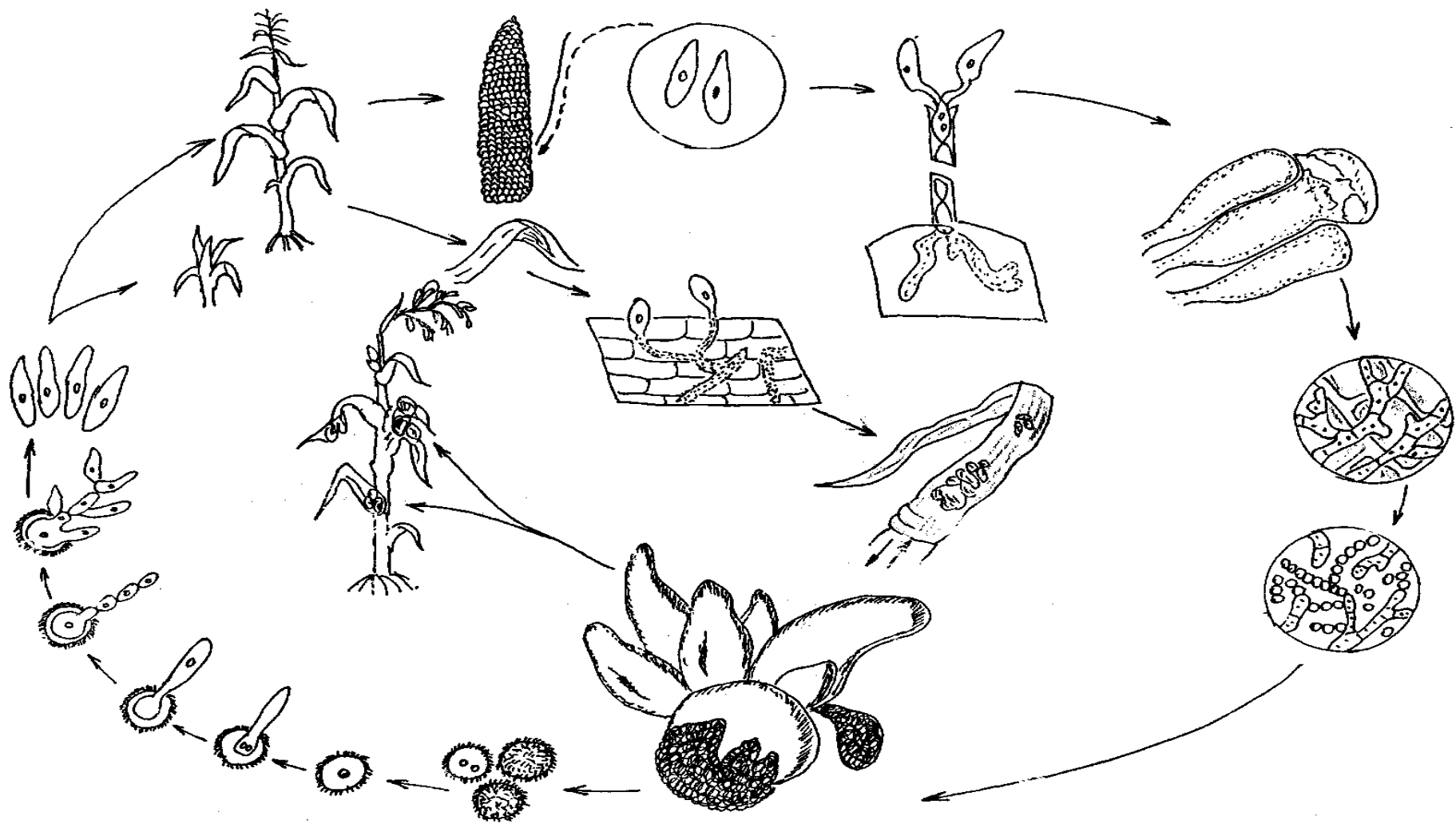
Цикл розвитку летючої сажки пшениці (*Ustilago tritici*)

М – мейоз; 1 – колос пшениці уражений сажкою; 2 – хламідоспора (темоспора); 3 – квітучий колос пшениці; 4 – хламідоспора на приймочці маточки; 5 – проростання хламідоспори, утворення 4-клітинної фрагмабазидії з гаплоїдними базидіоспорами; 6 – копуляції члеників фрагмабазидії; 7-8 – вростання дикаріонної гіфи в зародок; 9 – проростання ураженої зернівки; 10 – утворення дикаріонних хламідоспор при розпаданні міцелію гриба на ураженому колосі.



Цикл розвитку твердої сажки пшениці (*Tilletia caries* *Tilletia tritici*)

М – мейоз; 1– колос пшениці уражений твердою сажкою; 2– зернівка виповнена хламідоспорами (теліоспорами); 3– хламідоспора; 4– хламідоспора, що прилипла до здорової зернівки; 5– проростання хламідоспори і утворення нитчастих гетероталічних базидіоспор; 6– копуляція базидіоспор; 7-10 – утворення гіф; 11– гіфа гриба у проростку пшениці.



Біологічні та інфекційні цикли розвитку *Ustilago Zeae*

ХІД РОБОТИ

Завдання:

1. Вивчити зовнішні ознаки прояву і мікроскопічні особливості збудників: твердої і летючої сажки пшениці, стеблової сажки жита, твердої і летюча сажки ячменю, твердої і летючої сажки вівса, сажки проса, пухирчастої і летючої сажки кукурудзи.
2. Розглянути, описати і змалювати види сажок.

Контрольні питання

1. Морфологія збудників сажкових хвороб зернових культур.
2. Розвиток збудників сажкових хвороб зернових культур.
3. Поширення збудників сажкових хвороб зернових культур.
4. Шкідливість збудників сажкових хвороб зернових культур.
5. Заходи захисту рослин від сажкових хвороб зернових культур.

Література:

Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посібн. / С. В. Станкевич, І. В. Забродіна. – Х.: Вид. Іванченка І. С., 2021. 521 с.

Засоби захисту рослин від шкідливих організмів : навч. Посібник / С. В. Станкевич, В. М. Положенець, В. М. Кабанець та ін. – Житомир: Рута, 2023. 428 с.

Ключевич М. М., Данилко Р. С. Тропанові та піролізидинові алкалоїди у лікарській рослинній сировині. Таврійський науковий вісник. 2024. № 136, том 1. С. 172-177.

Вигера С., Ключевич М., Ковальчук Р. Методологія освітніх програм школи філософії їжі та природокористування: навч.-метод. посібник / за наук. редакцією С. Вигери. Київ: ЦП «Компринт», 2024. 137 с.

Вигера С. М., Ключевич М. М., Можарівська І. А. Інноваційна методологія покращення харчових фіторесурсів і продовольчої безпеки для мудрої їди. Moderní aspekty vědy: LI. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 143–152. DOI – <https://doi.org/10.52058/51-2024>

Інтегрований захист ріпака від хвороб, шкідників і бур'янів : навч. посібн. – Житомир : Видавництво «Рута», 2024. 388 с.

Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л. В. Немерицька та ін. – Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 216 с.

Технічні засоби застосування пестицидів: навч. пос. Житомир: ПП Рута, 2023. 188 с.

Теорія і технологія прогнозування і прийняття рішень у захисті і карантині рослин: навч. посіб. / С. В. Станкевич, І. в. Забродіна, М. О. Білик та ін. – Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2021. 269 с.

Гербіциди і десиканти та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С. В. Станкевич, М.М. Назаренко. – Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 188 с.

Дідора В. Г., Ключевич М. М. Технічні культури : підручник. Вид. 2-е, доповнене. Житомир : Поліський нац. університет, 2024. 462 с.

Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, 2025 р.